



Rancang Bangun Alat Pembuat Minuman Kawa Daun Otomatis Berbasis Mikrokontroler

Chairunnisa ¹, Rahmi Eka Putri ²

^{1,2}Jurusan Teknik Komputer, FTI Universitas Andalas Limau Manis Kec. Pauh, Kota Padang, Sumatera Barat 25163 INDONESIA

ARTICLE INFORMATION

Diterima Redaksi: 4 Oktober 2021
Revisi: 25 September 2022
Ditebitkan Online: 31 Oktober 2022

KEYWORDS

Arduino Mega 2560, Kawa Daun.

CORRESPONDENCE

E-mail: cheent98@gmail.com

ABSTRACT

This research was conducted with the aim of making it easier for people to enjoy kawa daun drinks automatically, without using human intervention in the manufacturing process. Currently, the process of making kawa daun drinks still uses the manual method, namely by boiling dried and roasted coffee leaves, the dosing of each component and the use of hot water for this drink are still different depending on the maker. Therefore we need a system that can facilitate the community in making this kawa leaf drink, namely by measuring the components of the drink using a weight sensor. For the use of hot water in the manufacture of this drink, hot water with a temperature of 80-90 OC is used, which will be measured using the DS18B20 temperature sensor. This tool is designed using Arduino Mega 2560, Weight sensor, DS18B20 temperature sensor, servo motor, DC motor, HX711 module, relay, mini water pump, keypad, and LCD.

PENDAHULUAN

Kawa daun adalah produk teh (teh herbal) yang dibuat dari daun kopi yang dikeringkan dengan cara didiang. Kawa daun merupakan produk pangan kearian lokal dari Sumatera Barat. Kata kawa sendiri berasal dari bahasa Arab yang artinya kopi. Kawa daun yang diseduh dengan air panas menghasilkan minuman yang disebut minuman kawa daun atau masyarakat Sumatera Barat menyebut dengan nama "aia kawa" [1].

Minuman kawa daun berasal dari Sumatera Barat dan dibuat dari daun kopi yang dikeringkan. Minuman kawa daun menyerupai teh dengan warna air seduhan lebih gelap dari air teh dan disajikan dengan batok kelapa yang berfungsi sebagai gelas dan batok tersebut disangga dengan bambu. Sejarah pertama pembuatan minuman kawa daun tidak diketahui secara pasti, namun menurut Hewitt tahun 1872 daun tanaman kopi telah digunakan oleh masyarakat asli di kepulauan timur (*eastern archipelago*) sebagai teh. Mereka memanggang/menyangrai (*roast*) daun kopi di atas nyala api kecil kemudian saat daun dan ranting ini dilarutkan dengan air mendidih, mereka memperoleh minuman yang nikmat [2].

Minuman kawa daun mulai kembali dikembangkan pada tahun 2001 dan saat ini telah disajikan dalam beberapa varian diantaranya kawa daun original, kawa daun susu, kawa daun susu telur, kawa daun jahe dan kawa daun kayu manis. Kawa daun dengan varian rasa ini dapat dinikmati langsung di warung penjualan kawa daun. Namun, waktu dan jarak menjadi sesuatu permasalahan yang harus diatasi bagi mereka yang tidak bisa datang langsung mencoba dan menikmati minuman kawa daun. Oleh sebab itu, produk pangan instan atau mix dapat menjadi salah satu solusi untuk menjawab permasalahan tersebut. Proses

<https://doi.org/10.25077/chipset.3.02.120-130.2022>

instan berjalan ideal apabila bubuk yang terkena media air menjadi basah dalam beberapa saat lalu tenggelam dan segera larut atau terdispersi secara merata dalam mediumnya [3].

Untuk pembuatan minuman ini masih menggunakan campur tangan manusia atau manual. Cara pembuatan minuman ini secara manual dengan mencampurkan semua bahan-bahan seperti kawa daun, gula dan diseduh dengan air hangat, seringkali penyeduhan minuman ini dicampur dengan susu atau jahe. Cara penakaran tersebut terkadang tidak sesuai dengan konsumen yang memiliki cita rasa yang berbeda. Pada penelitian tahun 2019 mengenai sistem pencampur minuman jamu otomatis menggunakan motor dc untuk pengadukan minuman dan keypad untuk menginputkan pilihan menu [4]. Pada penelitian tahun 2019 juga mengenai pembuatan minuman kopi otomatis, dimana sistem mengendalikan atau mengontrol suatu alat elektronik menggunakan motor DC yang berguna sebagai pengaduk bubuk kopi dengan air dan motor servo sebagai penuang bubuk kopi ke wadah pengadukan dan menggunakan sensor suhu untuk pembacaan suhu air, serta menghasilkan kopi dengan 3 jenis yaitu kopi biasa, kopi krimer, dan kopi pahit dengan berbasis Mikrokontroler [5]. Berdasarkan hal tersebut maka penulis tertarik untuk membuat sistem untuk mengendalikan atau mengontrol suatu alat elektronik untuk pembuatan minuman kawa daun secara otomatis dengan penakaran bahan menggunakan *load cell* sehingga penakaran bahan lebih akurat. Untuk penyeduhan minuman kawa daun pada sistem ini dapat dicampur dengan gula, susu, dan jahe. Pada sistem ini konsumen dapat menakar bahan dengan 3 variasi ukuran yaitu level 1, level 2, dan level 3. Sistem ini direalisasikan penulis dalam bentuk tugas akhir dengan judul "**Rancang Bangun Alat Pembuat Minuman Kawa Daun Berbasis Mikrokontroler**".

LANDASAN TEORI

Minuman Kawa Daun

Tanaman kopi (*Coffea sp.*) termasuk familia Rubiaceae terdiri dari beberapa jenis, namun untuk keperluan penanaman komersial hanya dikenal tiga jenis kopi yaitu *C. Arabica*, *C. Canephora (Robusta)* dan *C. Liberika*. Tanaman kopi umumnya ditanam pada daerah pegunungan dengan suhu optimum adalah 150°C. Curah hujan yang diharapkan adalah 2000-3000 mm/tahun agar tanaman dapat tumbuh dengan subur. Masa kering 3-4 bulan (minimal 1,5 bulan) dibutuhkan untuk pembungaan hingga pemetikan hasil. Kopi jenis robusta, dapat tumbuh di ketinggian yang lebih rendah dibandingkan dengan lokasi perkebunan kopi jenis arabika. Kopi jenis robusta banyak ditemui di Pulau Jawa khususnya Jawa Tengah dan kopi robusta ini memiliki rasa yang lebih seperti coklat dan bau yang dihasilkan khas dan manis [6].

Daun kopi dapat digunakan untuk minuman. Salah satu tempat yang terkenal dengan minuman kopi daun adalah masyarakat di Batusangkar, Sumatera Barat. Bagi masyarakat di Batusangkar, minuman daun kopi bukanlah minuman yang aneh. Orang Batusangkar dan Minang menyebut minuman daun kopi dengan sebutan kawa. Daun kopi atau kawa daun lazim dimanfaatkan sebagai minuman yang berkhasiat bagi kesehatan. Kawa daun dapat menghangatkan tubuh [7]. Minuman ini telah lama berkembang di Sumatera dengan nama *coffee-tea* dan menarik perhatian ilmuwan kala itu. Ada juga yang mengatakan bahwa orang Minang sudah mengenal tanaman kopi jauh sebelum kedatangan Belanda, dan daun kopi lebih penting daripada buahnya [8].



Gambar 1. Kawa Daun dari daun kopi

Sejarah minuman kawa daun berasal pada masa penjajahan dimana kolonial merampas dan mengekspor buah kopi ke luar negeri. Sementara itu, masyarakat tidak bisa menikmati buah kopi hasil panen mereka. Dahulu meminum kopi merupakan sebuah prestise karena minuman kopi hanya di konsumsi oleh kalangan atas. Sehingga rakyat kecil hanya bisa menikmati daun kopi yang diracik menjadi minuman. Kopi kawa daun dibuat dengan cara mengeringkan daun kopi (dijemur, disangrai atau dipanggang), daun kopi kering kemudian direbus sampai menghasilkan minuman berwarna kecoklatan seperti hasil seduhan daun teh [9].

Proses pembuatan minuman kawa daun yang ada dan berkembang di Sumatera Barat diketahui bahwa ada tiga proses pembuatan minuman kawa daun atau proses ekstraksi yaitu pertama pemasakan dimana air dan daun kopi dimasak secara bersamaan sampai mendidih dan dikerjakan oleh 91,2 % pembuat minuman kawa daun, proses kedua adalah penyeduhan dimana daun kopi diseduh dengan air panas 80°C - 90°C dikerjakan oleh 2,9 % pembuat minuman kawa daun, proses ketiga adalah pelarutan dimana air dimasak sampai mendidih kemudian daun kopi dimasukkan dan dibiarkan mendidih selama 3-5 menit dikerjakan oleh 5,9 % pembuat minuman kawa daun. Proses pembuatan minuman kawa daun terbanyak dilakukan di Kabupaten Tanah Datar yaitu sebanyak 52,9 % [10].



Gambar 2. Proses Pembuatan Minuman Kawa Daun dengan Penyeduhan

Mikrokontroler Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 adalah *board* mikrokontroler berbasis ATmega2560. Arduino Mega 2560 memiliki 54 pin digital input/output, dimana 15 pin dapat digunakan sebagai output PWM, 16 pin sebagai input analog, dan 4 pin sebagai UART (port serial hardware), 16 MHz kristal osilator, koneksi USB, jack power, header ICSP, dan tombol reset. Ini semua yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler. Arduino Mega 2560 kompatibel dengan sebagian besar shield yang dirancang untuk Arduino Duemilanove atau Arduino Diecimila. Arduino Mega 2560 tidak menggunakan chip driver FTDI USB-to-serial, tapi menggunakan chip ATmega16U2 yang diprogram sebagai konverter USB-to-serial [11].



Gambar 3. Mikrokontroler Arduino mega 2560

Load cell

Sensor load cell merupakan sensor yang dirancang untuk mendeteksi tekanan atau berat sebuah beban, sensor load cell umumnya digunakan sebagai komponen utama pada sistem timbangan digital dan dapat diaplikasikan pada jembatan timbangan yang berfungsi untuk menimbang berat dari truk pengangkut bahan baku, pengukuran yang dilakukan oleh Load Cell menggunakan prinsip tekanan. Selama proses penimbangan akan mengakibatkan reaksi terhadap elemen logam pada load cell yang mengakibatkan gaya secara elastis. Gaya yang ditimbulkan oleh regangan ini dikonversikan kedalam sinyal elektrik oleh strain gauge (pengukur regangan) yang terpasang pada load cell [13].



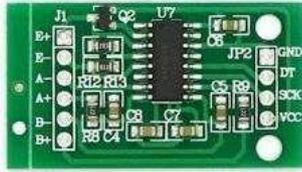
Gambar 4. Load cell 1 kg

Modul HX711

HX711 adalah modul timbangan, yang memiliki prinsip kerja mengonversi perubahan yang terukur dalam perubahan resistansi dan mengonversinya ke dalam besaran tegangan melalui rangkaian yang ada. HX711 presisi 24-bit analog-to-digital converter (ADC) yang didesain untuk sensor timbangan digital (weight scales).

<https://doi.org/10.25077/chipset.3.02.120-130.2022>

Dikarenakan perubahan resistansi pada strain gauge yakni dalam rentang μV , sehingga digunakan HX711 yang mempunyai ADC 24 bit [14].



Gambar 5 Modul HX711 [14]

Sensor suhu DS18B20

Kebanyakan sensor suhu memiliki tingkat rentang terukur yang sempit serta akurasi yang rendah namun memiliki biaya yang tinggi. Sensor suhu DS18B20 dengan kemampuan tahan air (waterproof) cocok digunakan untuk mengukur suhu pada tempat yang sulit, atau basah. Karena output data sensor ini merupakan data digital, maka kita tidak perlu khawatir terhadap degradasi data ketika menggunakan untuk jarak yang jauh. DS18B20 menyediakan 9 bit hingga 12 bit yang dapat dikonfigurasi data. Karena setiap sensor DS18B20 memiliki silicon serial number yang unik, maka beberapa sensor DS18B20 dapat dipasang dalam 1 bus. Hal ini memungkinkan pembacaan suhu dari berbagai tempat. Meskipun secara datasheet sensor ini dapat membaca bagus hingga 125°C , namun dengan penutup kabel dari PVC disarankan untuk penggunaan tidak melebihi 100°C [15].

Gambar 6 sensor ds18b20



Motor DC

Motor DC (direct current) adalah peralatan elektromekanik dasar yang berfungsi untuk mengubah tenaga listrik menjadi tenaga mekanik yang disain awalnya diperkenalkan oleh Michael Faraday lebih dari seabad yang lalu. Motor dc merupakan jenis motor yang menggunakan tegangan searah sebagai sumber tenaganya. Dengan memberikan beda tegangan pada kedua terminal tersebut, motor akan berputar pada satu arah, dan bila polaritas dari tegangan tersebut dibalik maka arah putaran motor akan terbalik pula. Polaritas dari tegangan yang diberikan pada dua terminal menentukan arah putaran motor sedangkan besar dari beda tegangan pada kedua terminal menentukan kecepatan motor. Motor DC merupakan suatu motor yang mempunyai dua bagian pokok, yaitu [16]:

- Rotor atau armature, yaitu bagian yang berputar (rotating part). Rotor ini berupa sebuah koil di mana arus listrik mengalir.
- Stator, yaitu bagian yang tetap (stationery part), Stator ini menghasilkan medan magnet, baik yang dibangkitkan dari sebuah koil (elektromagnet) ataupun magnet permanen.



Gambar 7 Motor DC gearbox 3v-6v

Motor Servo

motor servo adalah alat yang dapat mengendalikan posisi, dapat membelokkan dan menjaga suatu posisi berdasar penerimaan pada suatu signal elektronik itu. Motor servo menggunakan sistem umpan balik tertutup, di mana posisi dari motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam motor servo. Motor ini terdiri dari sebuah motor DC, serangkaian gear, potensiometer dan rangkaian kontrol. Potensiometer berfungsi untuk menentukan batas sudut dari putaran servo. Sedangkan sudut dari sumbu motor servo diatur berdasarkan lebar pulsa yang dikirim melalui kaki sinyal dari kabel motor. Karena motor DC servo merupakan alat untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik, maka magnet permanen motor DC servolah yang mengubah energi listrik ke dalam energi mekanik melalui interaksi dari dua medan magnet. Salah satu medan dihasilkan oleh magnet permanen dan yang satunya dihasilkan oleh arus yang mengalir dalam kumparan motor. Resultan dari dua medan magnet tersebut menghasilkan torsi yang membangkitkan putaran motor tersebut. Saat motor berputar, arus pada kumparan motor menghasilkan torsi yang nilainya konstan [17].



Gambar 8 Motor servo

Pompa Air

Pompa adalah alat mekanis yang ditempatkan dalam sebuah saluran pipa pemindah energi dari sumber luar ke aliran cairan tersebut, demikian sebuah pompa diklasifikasikan sebagai sebuah mesin yang mengubah energi mekanik menjadi energi hidrolik yang kemudian yang mengalirkan cairan itu [18]



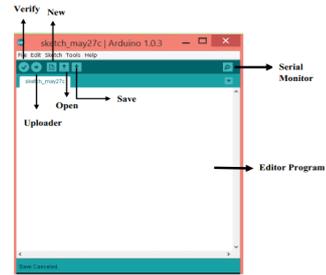
Gambar 9 Pompa air

Relay

Relay adalah sakelar (switch) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen Electromechanical yang terdiri dari 2 bagian utama yakni Electromagnet (coil) dan mekanikal (seperangkat kontak sakelar atau Switch). Relay menggunakan prinsip electromagnetik untuk menggerakkan kontak saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (low power) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi. Relay yang menggunakan elektromagnet 5V dan 50 mA mampu menggerakkan armature relay (yang berfungsi sebagai saklarnya) untuk menghantarkan listrik 220V 2A. [19]



Gambar 10 Relay



Gambar.14 tampilan arduino IDE [22]

Keypad

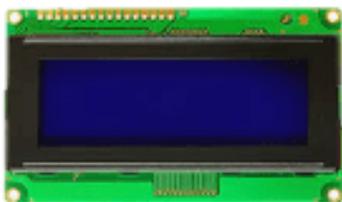
Salah satu jenis perangkat antar muka yang umum dijumpai pada sistem embedded adalah keypad 3x4. Keypad biasanya digunakan pada beberapa peralatan yang berbasis mikrokontroler. Pada penggunaannya keypad terdiri dari beberapa saklar, yang saling terhubung jika dilakukan penekanan pada bagian keypad sehingga antara kolom dan baris akan terhubung. Agar mikrokontroler dapat melakukan scan keypad harus diberikan logika low ketika tombol keypad tidak ditekan dan logika high pada saat tombol keypad ditekan [20].



Gambar 11 Keypad

LCD (Liquid Crystal Display)

LCD merupakan suatu komponen yang berfungsi sebagai penampil (display) baik karakter maupun angka. LCD yang dipakai adalah jenis M1632 yang merupakan LCD 16x2 karakter. LCD ini memerlukan tiga jalur kontrol dan delapan jalur data (untuk mode 8 bit) serta empat jalur data (untuk mode 4 bit). Ketiga jalur kontrol yang dimaksud adalah pin EN, RS dan RW [21].



Gambar 12 LCD 16x2

Arduino IDE

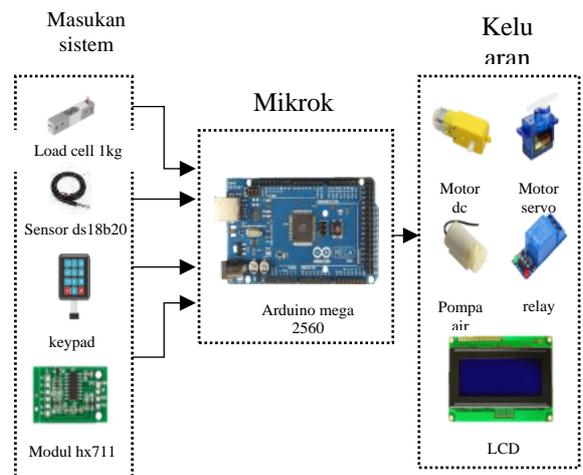
Software arduino yang digunakan adalah driver dan IDE, walaupun masih ada beberapa software lain yang sangat berguna selama pengembangan arduino. IDE atau Integrated Development Environment merupakan suatu program khusus untuk suatu komputer agar dapat membuat suatu rancangan atau sketsa program untuk papan Arduino. IDE arduino merupakan software yang sangat canggih ditulis dengan menggunakan java.[22].

METODE PENELITIAN

Rancangan Umum Sistem

Berikut adalah rancangan umum sistem yang akan dibuat:

Gambar 13. Blok Diagram Perancangan Perangkat keras



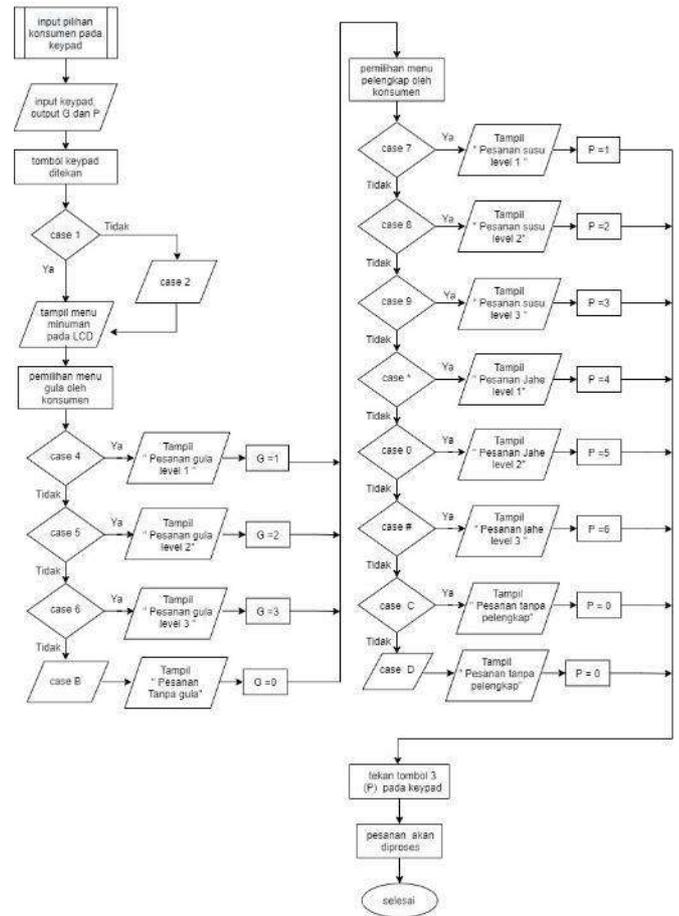
Pada sistem alat pembuat minuman kawa daun otomatis ini terdapat 1 buah arduino mega 2560 yang berfungsi sebagai mikrokontroler yang memproses nilai masukkan keypad, load cell, sensor ds18b20, dan modul hx711 untuk menjalankan proses berikutnya, 1 buah sensor load cell 1kg yang berfungsi mengukur berat bubuk kawa daun dan gula sesuai pilihan yang diinputkan konsumen, 1 buah modul HX711 sebagai modul converter hasil pengukuran load cell, 1 buah sensor suhu ds18b20 yang berfungsi sebagai pendeteksi suhu air panas yang digunakan untuk pengadukan, 1 buah relay 8 channel berfungsi sebagai penentu kondisi on/off pada pompa air, 5 buah pompa air berfungsi sebagai pompa air yang akan mengalirkan air ke wadah, 1 buah modul l298n yang berfungsi untuk mengatur kecepatan motor dc, 2 buah motor dc yang berfungsi untuk memutar alat pengaduk.

Rancangan Proses



Gambar 14. Flowchart Program Utama Mikrokontroler

Ketika sistem diaktifkan, maka proses awal pada sistem adalah konfigurasi komponen dan inisialisasi pin sensor-sensor, motor. Setelah itu, akan diinputkan pilihan minuman dengan keypad oleh konsumen, pada pilihan keypad terdapat pilihan menggunakan gula, susu dan jahe, kemudian akan diproses oleh mikrokontroler. Setelah itu load cell akan mengukur berat bubuk kawa daun untuk 1 cup yaitu 5 gram dan dituangkan ke tempat pengadukan bahan utama oleh motor servo. Apabila konsumen menggunakan gula maka load cell akan mengukur berat gula sesuai level yang diinginkan konsumen, jika tidak maka akan langsung dilakukan proses pengadukan bahan utama dengan air panas. Suhu air dideteksi terlebih dahulu oleh sensor ds18b20, jika suhu sudah sesuai maka pompa air akan mengalirkan air sebanyak 200ml ke tempat pengadukan. Pengadukan pada proses ini menggunakan motor dc yang dihubungkan ke alat pengaduk selama 30 s. Setelah dilakukan pengadukan pompa akan mengalirkan hasil pengadukan ke tempat penyaringan, hal ini berfungsi untuk menyaring ampas dari minuman ini. Kemudian minuman dilengkapi dengan bahan pelengkap yaitu susu dan jahe. Tergantung bagaimana pilihan konsumen, jika konsumen memilih susu atau jahe sebagai pelengkap cita rasa dari minuman tersebut maka akan ditambahkan bahan tersebut yang dialirkan dengan pompa air. Kemudian motor dc akan melakukan pengadukan kedua selama 15 s di tempat pengadukan bahan pelengkap. Apabila konsumen tidak menginginkan bahan pelengkap maka proses akan langsung dilanjutkan dengan mengalirkan hasil minuman ke paper cup. Proses pun selesai dan akan ditampilkan pada layar lcd. Dilanjutkan dengan mengalirkan hasil minuman ke paper cup. Proses pun selesai dan akan ditampilkan pada layar lcd.

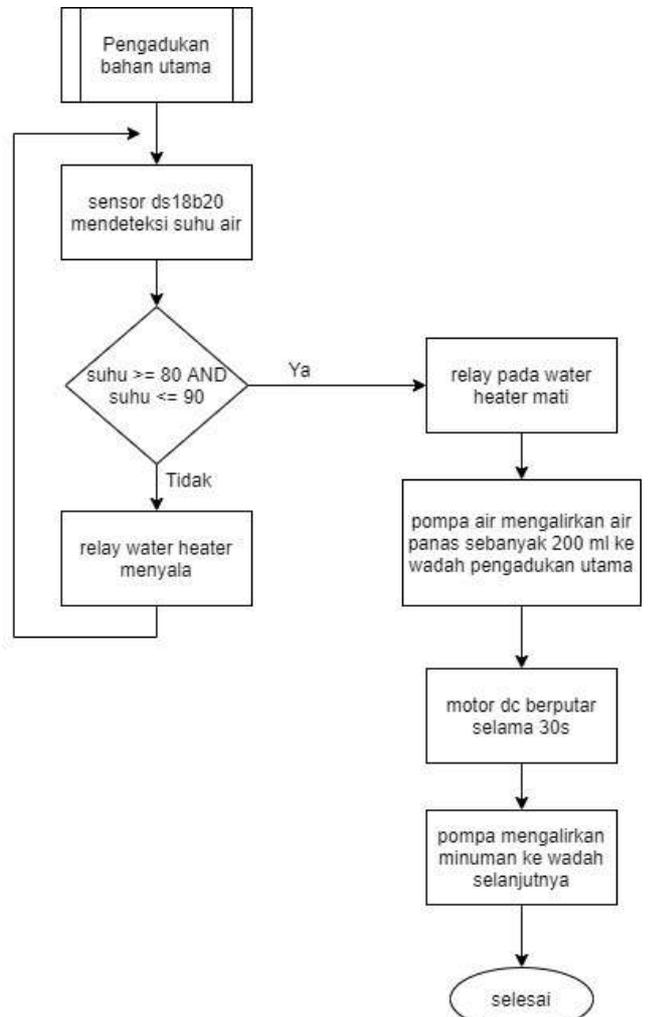


Gambar 15. Flowchart Input pilihan konsumen pada keypad

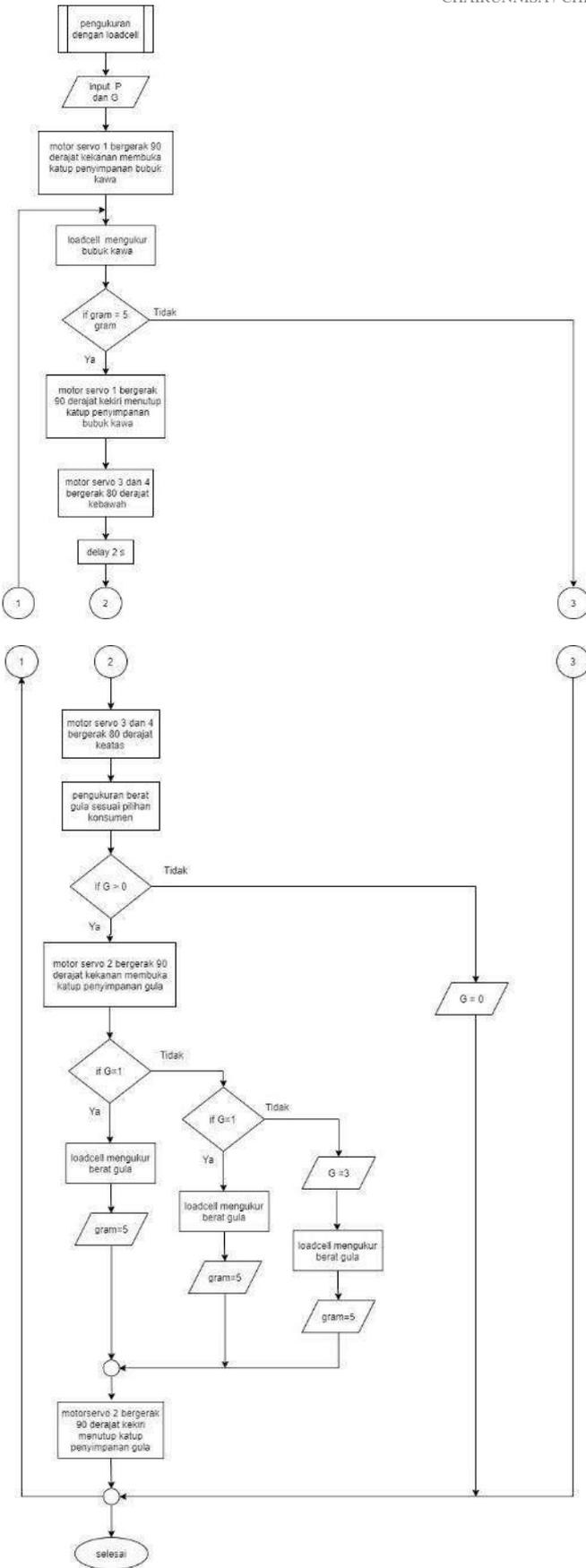
Pertama jika ditekan keypad 1 dan 2 maka akan aktif pin reset pada arduino dan tampil tampilan menu pada LCD. Kemudian ketika ditanyakan pesanan gula, jika ditekan keypad 4 maka akan tampil pada LCD “pesanan anda gula level 1” dan nilai G =1, begitu juga jika keypad 5 ditekan maka akan tampil pada LCD “pesanan anda gula level 2” dan nilai G = 2, begitu pula untuk keypad 6 dan keypad B. Kemudian ketika ditanyakan pesanan pelengkap, jika ditekan keypad 7 maka akan tampil pada LCD “pesanan anda susu level 1” dan nilai P =1, begitu juga jika keypad 8 ditekan maka akan tampil pada LCD “pesanan anda susu level 2” dan nilai P = 2, begitu pula untuk keypad 9 dan keypad C. Dan jika ditekan keypad * maka akan tampil pada LCD “pesanan anda jahe level 1” dan nilai P = 4, jika keypad 0 ditekan maka akan tampil pada LCD “pesanan anda jahe level 2” dan nilai P = 5, begitu pula untuk keypad # dan keypad D. Kemudian jika ditekan keypad 3 maka pesanan akan diproses dan pada LCD akan tampil “pesanan anda sedang diproses “. Setelah pesanan selesai, jika ditekan keypad A maka akan tampil pada LCD pesan “selamat menikmati “.

servo 3 dan 4 akan bergerak 80 derajat kebawah untuk menuangkan bubuk kemudian bergerak kembali ke atas 80 derajat. Setelah pengukuran bubuk kawa daun dilakukan pengukuran gula, hal ini tergantung pilihan konsumen apakah menggunakan gula atau tidak. Jika menggunakan gula maka akan dilakukan pengukuran oleh *load cell* kembali seperti proses sebelumnya. Untuk pilihan menu dengan tambahan gula terdapat 3 pilihan yaitu jika $G = 1$ sebanyak 5 gram gula, $G = 2$ sebanyak 7,5 gram gula, $G = 3$ sebanyak 10 gram gula dan jika $G = 0$ berarti tanpa gula

Gambar 17. Flowchart Pengadukan bahan utama



Sensor dsb18b20 mengukur suhu air apabila telah mencapai suhu besar dari 80 derajat dan kecil dari 90 derajat maka relay akan memutuskan arus ke water heater agar tidak menyala kemudian pompa air akan mengalirkan air sebanyak 200 ml ke dalam wadah pengadukan bahan utama. Jika suhu belum memenuhi kondisi yang ditentukan maka relay akan menyambungkan arus agar water heater menyala. Kemudian motor dc akan berputar selama 30 s untuk proses pengadukan. Pompa akan mengalirkan hasil pengadukan ke tempat penyaringan ampas.



Gambar 16. Flowchart Pengukuran Loadcell

Pertama motor servo 1 akan bergerak 90 derajat kekanan untuk membuka katup bubuk kawa daun, kemudian *load cell* akan mengukur bubuk kawa daun, jika beratnya sudah mencapai 5 gram maka motor servo 1 akan bergerak 90 derajat ke kiri untuk menutup katup bubuk kawa daun. Motor

Pengujian ini dilakukan untuk melihat tingkat keakuratan sensor berat (*Loadcell*) dengan menggunakan sampel bubuk kawa daun. Kemudian hasil pengukuran sensor akan dibandingkan dengan hasil pengukuran timbangan digital, hasil pengukuran sensor berat dan timbangan digital akan ditampilkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 1. Tabel Pengujian Sensor Berat (*Loadcell*)

Percobaan Ke-	Pengukuran dengan <i>Loadcell</i> (gram)	Pengukuran dengan Timbangan Digital (gram)	Selisih Pengukuran (gram)	Error (%)
1	5,0	4,9	0,1	2,04
2	5,0	4,8	0,2	4,16
3	5,0	4,8	0,2	4,16
4	8,0	7,7	0,3	3,89
5	8,0	7,9	0,1	1,26
6	8,0	7,9	0,1	1,26
7	10,0	9,8	0,2	2,04
8	10,0	10,1	0,1	0,99
9	10,0	10,0	0,0	0,00
10	10,0	9,8	0,2	0,99
Rata-rata error				2,07

Pada tabel pengujian diatas digunakan bubuk kawa daun sebagai sampel pengukuran oleh sensor berat dan timbangan digital. Pengujian dilakukan sebanyak 10 kali, dengan membandingkan hasil pengukuran kedua alat diperoleh nilai *error* sensor berat.

$$\text{Nilai error percobaan 1} = \frac{|\text{selisih pengukuran}|}{\text{nilai pengukuran timbangan digital}} \times 100\% \\ = \frac{|4,9 - 5,0|}{4,9} \times 100\% = 2,04\%$$

$$\text{Rata-rata error} = \frac{\text{jumlah error}}{\text{jumlah data pengujian}} = \frac{|20,79\%|}{10} = 2,07\%$$

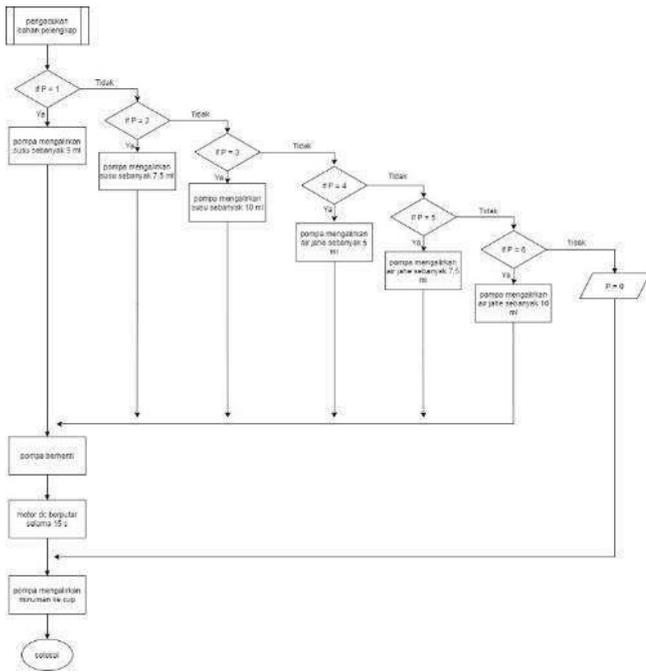
Pada pengujian sensor berat ini diperoleh nilai error sebesar 2,07 % yaitu dengan membagi jumlah error seluruh data dengan jumlah data pengujian, sehingga tingkat keakuratan yang diperoleh sensor berat adalah sebesar 97,92 %.

b. Pengujian Sensor Suhu ds18b20



Gambar 20. Pengukuran suhu dengan menggunakan *Thermometer Digital*

Pengujian ini dilakukan untuk melihat tingkat keakuratan sensor suhu ds18b20 dengan menggunakan sampel air. Kemudian hasil pengukuran sensor akan dibandingkan dengan hasil pengukuran *thermometer digital*, hasil pengukuran sensor berat dan *thermometer digital* akan ditampilkan pada tabel dibawah ini.



Gambar 18. *Flowchart* Pengadukan bahan pelengkap

Untuk proses pengadukan bahan pelengkap bergantung pada pilihan konsumen apakah menggunakan bahan pelengkap (susu / jahe) atau tidak. Jika konsumen tidak menggunakan bahan pelengkap (P=0) maka pompa akan langsung mengalirkan hasil pengadukan bahan utama ke paper cup berukuran 300 ml. Jika menggunakan bahan pelengkap maka akan dilakukan pengukuran oleh *solenoid valve* dan pompa air. Pilihan menu dengan bahan pelengkap terdapat 6 pilihan yaitu jika susu level 1 (P=1) maka akan dialirkan sebanyak 5 ml susu, jika susu level 2 (P=2) maka akan dialirkan sebanyak 7,5 ml susu, jika susu level 3 (P=3) maka akan dialirkan sebanyak 10 ml susu, begitu juga dengan pelengkap jahe. Setelah pompa air berhenti mengalirkan bahan pelengkap, motor dc akan bergerak selama 15 s untuk pengadukan bahan pelengkap. Kemudian pompa air akan mengalirkan hasil pengadukan ke paper cup berukuran 300 ml. Dan minuman kawa daun pun siap untuk dinikmati.

Implementasi Sistem

Pengujian dan Analisa Perangkat Keras

a. Pengujian Sensor Berat (*Loadcell*)

Gambar 19. Pengukuran berat bubuk dengan timbangan digital



Tabel 2. Tabel Pengujian Sensor ds18b20

Percobaan Ke-	Durasi Water Hester Menyala	Pengukuran dengan sensor suhu ds18b20 (°C)	Pengukuran dengan Thermometer digital (°C)	Selisih Pengukuran (°C)	Error (%)
1	3 menit 09 detik	79,80	80,0	0,20	0,25
2	3 menit 15 detik	80,43	80,5	0,07	0,08
3	2 menit 59 detik	80,95	81,1	0,15	0,18
4	2 menit 56 detik	81,39	81,5	0,11	0,13
5	3 menit 02 detik	82,23	82,4	0,17	0,20
6	3 menit 11 detik	83,56	83,8	0,24	0,28
7	3 menit 01 detik	84,12	84,2	0,08	0,09
8	3 menit 05 detik	86,10	85,6	0,50	0,57
9	2 menit 52 detik	87,78	86,8	0,98	1,12
10	3 menit 17 detik	90,56	90,1	0,46	0,51
Rata-rata error					0,34

Pada tabel pengujian diatas digunakan air biasa sebagai sampel pengukuran oleh sensor suhu ds18b20 dan thermometer digital. Pengujian dilakukan sebanyak 10 kali, dengan membandingkan hasil pengukuran kedua alat diperoleh nilai *error* sensor.

$$\text{Nilai error percobaan 1} = \frac{|\text{selisih pengukuran}|}{\text{nilai pengukuran thermometer digital}} \times 100 \% \\ = \frac{|80,00 - 79,80|}{80,00} \times 100 \% = 0,25 \%$$

$$\text{Rata-rata error} = \frac{\text{jumlah error}}{\text{jumlah data pengujian}} = \frac{|2,41 \%|}{10} = 0,34 \%$$

Pada pengujian sensor ds18b20 diperoleh nilai error sebesar 0,34 % yaitu dengan membagi jumlah error seluruh data dengan jumlah data pengujian, dari data tersebut dapat diperoleh tingkat keakuratan sensor ds18b20 sebesar 99,65 %.

c. Pengujian Sensor Pompa air



Gambar 21. Pengukuran pompa air dengan gelas ukur

Pengujian ini dilakukan untuk melihat tingkat keakuratan pompa air yang mengalirkan air panas ke wadah pengadukan. Jumlah air panas yang dibutuhkan adalah sebanyak 200 ml. Kemudian hasil dari pengujian pompa air akan dibandingkan dengan menggunakan gelas ukur, hasil perbandingan tersebut akan ditampilkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 3. Tabel Pengujian Pompa air

Percobaan Ke-	Durasi Pompa Air hidup	Volume Air Panas di gelas ukur (200 ml)	Selisih Pengukuran (ml)	Error (%)
1	12 detik	195 ml	5 ml	2,5 %
2	12 detik	203 ml	3 ml	1,5 %
3	12 detik	190 ml	10 ml	5,0 %
4	12 detik	187 ml	13 ml	6,5 %
5	12 detik	192 ml	8 ml	4,0 %
6	12 detik	206 ml	6 ml	3,0 %
7	12 detik	190 ml	10 ml	5,0 %
8	12 detik	194 ml	6 ml	3,0 %
9	12 detik	189 ml	11 ml	5,5 %
10	12 detik	208 ml	8 ml	4,0 %
Rata-rata error				4,0 %

Pada tabel pengujian diatas digunakan gelas ukur untuk membandingkan hasil pengujian pompa air. Pengujian dilakukan sebanyak 10 kali, dengan membandingkan hasil pengujian diperoleh nilai *error* pompa air.

$$\text{Nilai error percobaan 1} = \frac{|\text{selisih pengukuran}|}{200 \text{ ml}} \times 100 \% \\ = \frac{|200 \text{ ml} - 195 \text{ ml}|}{200 \text{ ml}} \times 100 \% = 2,5 \%$$

$$\text{Rata-rata error} = \frac{\text{jumlah error}}{\text{jumlah data pengujian}} = \frac{|40,0 \%|}{10} = 4,0 \%$$

Pada pengujian pompa air diperoleh nilai error sebesar 4,0 % yaitu dengan membagi jumlah error seluruh data dengan jumlah data pengujian, dari data tersebut dapat diperoleh tingkat keakuratan pompa air sebesar 96,00 %.

d. Pengujian Motor servo dan motor DC

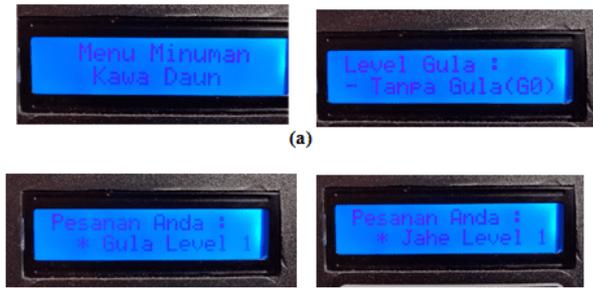
Pengujian ini dilakukan untuk melihat apakah motor servo dapat bergerak sesuai dengan sudut yang ditentukan dan motor dc dapat berputar selama waktu yang diinginkan. Untuk motor servo terdapat 4 buah, dimana 2 buah untuk membuka dan menutup katup penyimpanan bubuk kawa dan gula dan 2 buah lagi untuk menuangkan hasil pengukuran sensor berat.

Tabel 4. Pengujian Motor servo dan Motor DC

Percobaan Ke-	Motor servo 1 dan 2 (bergerak 60 derajat ke kiri dan kekanan)	Motor servo 3 dan 4 (bergerak 80 derajat keatas dan kebawah secara bersamaan)	Motor DC pada wadah pengadukan 1	Motor DC pada wadah pengadukan 2	Status
1	Bergerak " 60 derajat "	Bergerak " 80 derajat "	Berputar " 30 detik "	Berputar " 15 detik "	Berhasil
2	Bergerak " 60 derajat "	Bergerak " 80 derajat "	Berputar " 30 detik "	Berputar " 15 detik "	Berhasil
3	Bergerak " 60 derajat "	Bergerak " 80 derajat "	Berputar " 30 detik "	Berputar " 15 detik "	Berhasil
4	Bergerak " 60 derajat "	Bergerak " 80 derajat "	Berputar " 30 detik "	Berputar " 15 detik "	Berhasil
5	Bergerak " 60 derajat "	Bergerak " 80 derajat "	Berputar " 30 detik "	Berputar " 15 detik "	Berhasil

Pada tabel pengujian diatas dilakukan 5 kali percobaan untuk menguji apakah motor servo dan motor dc dapat bergerak dan berputar sesuai dengan sudut dan waktu yang ditentukan. Berdasarkan data diatas dapat disimpulkan bahwa tingkat keberhasilan motor servo dan motor dc sebesar 100 %.

e. Pengujian LCD dan keypad



Gambar 22. Tampilan Menu Minuman pada LCD (a) dan Tampilan Pilihan Konsumen pada LCD (b)

Pengujian ini dilakukan untuk melihat apakah tampilan pada LCD sesuai dengan inputan keypad.

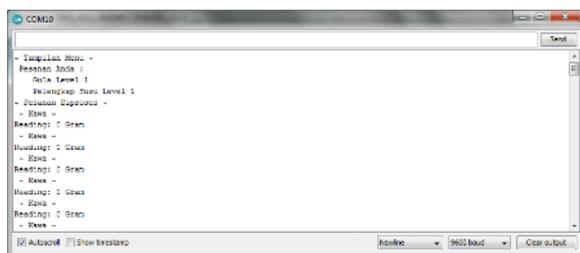
Tabel 5. Pengujian Keypad dan LCD

Percobaan Ke-	Inputan keypad	Tampilan LCD	Status
1	Keypad 1 (tombol Menu)		Berhasil
2	Keypad 5 (tombol G2)		Berhasil
3	Keypad 6 (tombol G3)		Berhasil
4	Keypad 9 (tombol S3)		Berhasil
5	Keypad * (tombol J1)		Berhasil

Pada tabel pengujian diatas dilakukan 5 kali percobaan untuk menguji apakah tampilan LCD sesuai dengan inputan tombol keypad. Berdasarkan data diatas dapat disimpulkan bahwa tingkat keberhasilan LCD dan keypad sebesar 100 %.

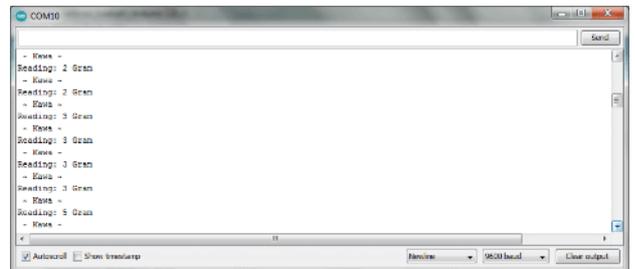
Pengujian dan Analisa Perangkat Lunak

Pada pengujian ini dilihat bagaimana hasil dari sistem ditampilkan pada serial monitor dan LCD.



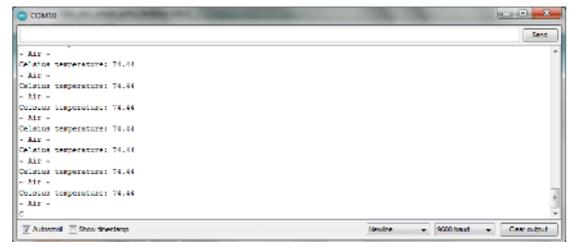
Gambar 23 Tampilan Pilihan Menu Konsumen pada Serial Monitor
<https://doi.org/10.25077/chipset.3.02.120-130.2022>

Pada gambar diatas ditampilkan hasil pilihan menu yang diinputkan konsumen pada keypad melalui serial monitor yaitu gula level 1 dan pelengkapnya susu level 1. Kemudian setelah menekan tombol pesanan pada keypad, pesanan konsumen akan diproses dan mikrokontroler akan menjalankan program sesuai inputan pilihan konsumen.



Gambar 24. Tampilan Hasil Pembacaan Sensor Berat pada Serial Monitor

Pada gambar diatas ditampilkan hasil pembacaan sensor berat (loadcell) terhadap bubuk kawa daun. Untuk 1 gelas minuman kawa daun digunakan bubuk kawa daun sebesar 5 gram, apabila hasil pembacaan dari sensor menunjukkan 5 gram maka proses pembacaan sensor akan berhenti dan dilanjutkan dengan proses lainnya. Selain bubuk kawa daun, sensor berat juga melakukan pengukuran berat pada gula sesuai levelnya.



Gambar 25. Tampilan Hasil Pembacaan Sensor Suhu ds18b20 pada Serial Monitor

Pada gambar diatas ditampilkan hasil pembacaan sensor suhu ds18b20 melalui serial monitor. Satuan yang digunakan pada pembacaan sensor suhu ini adalah celcius, suhu yang dibutuhkan pada pembuatan minuman kawa berkisar antara 80⁰C – 90⁰C.

Pengujian Sistem Secara Keseluruhan

Pengujian sistem secara keseluruhan dilakukan untuk menguji apakah sistem dapat menghasilkan minuman kawa sesuai dengan pesanan yang diinputkan oleh konsumen. Pengujian ini dibagi menjadi 2 bagian yaitu pengujian variasi pelengkap susu dan jahe.

Tabel 6. Pengujian Pengujian Variasi pelengkap susu

Percobaan ke -	Variasi Pelengkap (susu dan jahe)	Pompa air pada susu dan volume	Motor DC	Pompa Air ke Paper cup	Status
1	Susu level 1	Menyala selama 3 detik (4,9 ml)	Berputar selama 15 detik	Hisap selama 12 detik	Berhasil
2		Menyala selama 3 detik (5,1 ml)	Berputar selama 15 detik	Hisap selama 12 detik	Berhasil
3		Menyala selama 3 detik (4,8 ml)	Berputar selama 15 detik	Hisap selama 12 detik	Berhasil
4	Susu level 2	Menyala selama 5 detik (7,5 ml)	Berputar selama 15 detik	Hisap selama 12 detik	Berhasil
5		Menyala selama 5 detik (7,4 ml)	Berputar selama 15 detik	Hisap selama 12 detik	Berhasil
6		Menyala selama 5 detik (7,5 ml)	Berputar selama 15 detik	Hisap selama 12 detik	Berhasil
7	Susu level 3	Menyala selama 7 detik (9,8 ml)	Berputar selama 15 detik	Hisap selama 12 detik	Berhasil
8		Menyala selama 7 detik (10,1 ml)	Berputar selama 15 detik	Hisap selama 12 detik	Berhasil
9		Menyala selama 7 detik (9,9 ml)	Berputar selama 15 detik	Hisap selama 12 detik	Berhasil

Pada tabel diatas ditampilkan pengujian pada variasi pelengkap yaitu susu, dimana proses pengadukan oleh motor DC 2 pada wadah pengadukan 2, dan pompa air yang mengalirkan minuman dari wadah pengadukan 2 ke paper cup . Dilakukan 9 kali pengujian dengan 3 kali pengujian untuk masing-masing level susu, pada pengujian tersebut motor DC berputar selama 15 detik dan pompa air menyala selama 12 detik. Dari hasil pengujian diatas diperoleh tingkat keberhasilan sebesar 100 %

Tabel 7. Pengujian Pengujian Variasi pelengkap Jahe

Percobaan ke -	Variasi Pelengkap (susu dan jahe)	Pompa air pada jahe dan volume	Motor DC	Pompa Air ke Paper cup	Status
1	Jahe level 1	Menyala selama 3 detik (5,0 ml)	Berputar selama 15 detik	Hisap selama 12 detik	Berhasil
2		Menyala selama 3 detik (5,1 ml)	Berputar selama 15 detik	Hisap selama 12 detik	Berhasil
3		Menyala selama 3 detik (4,9 ml)	Berputar selama 15 detik	Hisap selama 12 detik	Berhasil
4	Jahe level 2	Menyala selama 5 detik (7,3 ml)	Berputar selama 15 detik	Hisap selama 12 detik	Berhasil
5		Menyala selama 5 detik (7,6 ml)	Berputar selama 15 detik	Hisap selama 12 detik	Berhasil
6		Menyala selama 5 detik (7,4 ml)	Berputar selama 15 detik	Hisap selama 12 detik	Berhasil
7	Jahe level 3	Menyala selama 7 detik (9,7 ml)	Berputar selama 15 detik	Hisap selama 12 detik	Berhasil
8		Menyala selama 7 detik (10,0 ml)	Berputar selama 15 detik	Hisap selama 12 detik	Berhasil
9		Menyala selama 7 detik (9,9 ml)	Berputar selama 15 detik	Hisap selama 12 detik	Berhasil

Pada tabel diatas ditampilkan pengujian pada variasi pelengkap yaitu jahe, dimana proses pengadukan oleh motor DC 2 pada wadah pengadukan 2, dan pompa air yang mengalirkan minuman dari wadah pengadukan 2 ke paper cup . Dilakukan 9 kali pengujian dengan 3 kali pengujian untuk masing-masing level jahe, pada pengujian tersebut motor DC berputar selama 15 detik dan pompa air menyala selama 12 detik. Dari hasil pengujian diatas diperoleh tingkat keberhasilan sebesar 100 %.

KESIMPULAN

Berdasarkan perancangan dan pengujian yang telah dilakukan pada rancang bangun alat pembuat minuman kawa daun otomatis untuk mempermudah masyarakat ini dapat disimpulkan bahwa :

- 1.Sistem dapat melakukan pengukuran berat bubuk kawa dan gula menggunakan sensor berat dengan tingkat keakuratan 97,92 %
- 2.Sistem dapat melakukan pengukuran nilai suhu pada *water heater* menggunakan sensor suhu ds18b20 dengan tingkat keakuratan 99,65 %.

- 3.Sistem dapat mengalirkan air panas ke wadah pengadukan menggunakan pompa air dengan tingkat keakuratan 96,00 %.
- 4.Sistem dapat menggerakkan dan memutar motor servo dan motor DC dengan tingkat keakuratan 100 %.
- 5.Sistem dapat menyesuaikan tampilan LCD sesuai inputan keypad dengan tingkat keakuratan 100%.

REFERENCES

- [1] Novita, Rilma, Andi Eviza, And Sri K. Putri. 2015. Proses Pembuatan Minuman Kawa Daun Di Sumatera Barat. Payakumbuh: Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh.
- [2] Hewitt, Robert Jr. 1872. Coffee Its History, Cultivation And Uses. New York: D. Appleton And Company.
- [3] Hartomo, A. And M. Widiatmoko. 1992. Emulsi Dan Pangan Instan Berlesitin. Yogyakarta: Andi Offset.
- [4] Nurul Fatimah. 2019.Rancang Bangun sistem pencampur minuman jamu otomatis berbasis mikrokontroler. JITCE (Journal of Information Technology and Computer Engineering), Maret 2019.
- [5] Syhnta Herlisia. 2019.Rancang Bangun Alat Pembuat Minuman Kopi Berbasis Mikrokontroler. Padang : Universitas Andalas. JITCE (Journal of Information Technology and Computer Engineering) , Januari 2019.
- [6] Pangabean, Edy. 2012. The Secret Of Barista. Jakarta: PT. Wahyumedial.
- [7] Edy Agus Setiawa, Dimas Rahadian AM, Siswanti. 2015. The Effect Of Roasting On Robusta Coffee (Coffea Robusta) Leaves On The Chemical And Sensory Characteristics Of Refresher Beverage. Surakarta : Universitas Sebelas Maret.
- [8] Zed, Mestika. 2011. "Dilema Ekonomi Melayu : Dari Melayu Kopi Daun Hingga Kapitalisme Global." Innovatio X (2): 209–23.
- [9]Anonim. Tak hanya Bijinya Daun Kopi Juga Banyak Manfaatnya dalam <https://Coffeeland.Co.Id/Tak-Hanya-Bijinya-Daun-Kopi-Juga-Banyak-Manfaatnya/> diakses Pada Jumat, 26 Juni 2020 Pukul 20.21 WIB.
- [10] Putra, Novizal. 2009. Dengan Kawa Daun Payokumbuh. dalam <https://Ternyata-Air-Kawa-Bermanfaat-Bagi-.Html>. diakses pada Pada Jumat, 26 Juni 2020 Pukul 21.04 WIB.
- [11] Rilma Novita, Anwar Kasim, Tuty Anggraini, dan Deddi Prima Putra. 2018. Survei Proses Pembuatan Minuman Kahwa Daun Di Propinsi Sumatera Barat, Indonesia. Padang : Universitas Andalas.
- [12] Maulana Majid. 2016. Implementasi Arduino Mega 2560 Untuk Kontrol Miniatur Elevator Barang Otomatis. Semarang : Universitas Negeri Semarang.
- [13] M.Herlan.2015. Pengendalian Ruang Lift Berbasis Mini Plc Pada Lift 3 Lantai. Politeknik Negeri Sriwijaya.
- [14] Mutawakkal Zainuddin. 2017. Makalah Load Cell . Gowa: Jurusan Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin .
- [15] M. Renaldy Rahardian. 2016.Otomatisasi Penentuan Harga Berdasarkan Berat Dan Volume Barang Pada Jasa Pengiriman (Bagian D) . Universitas Airlangga.

- [16] Anonim. Datasheet Sensor DS18B20 dalam [Http://Www.Alldatasheet.Com/Datasheet-Pdf/Pdf/58557/DALLAS/DS18B20/](http://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/58557/DALLAS/DS18B20/) diakses pada Sabtu, 27 Juni 2020 Pukul 20.45 Wib.
- [17] Julkurani SK.2014. Aplikasi Driver Motor Dc Tipe L293d Pada Line Follower Robot Sebagai Pramusaji. Politeknik Negeri Sriwijaya.
- [18] Sujarwata. 2013.Pengendali Motor Servo Berbasis Mikrokontroler Basic Stamp 2sx Untuk Mengembangkan Sistem Robotika. Universitas negeri Semarang.
- [19] Rocky,Dkk. 2015. Prototipe Sistem Kran Air Otomatis Berbasis Sensor Flowmeter Pada Gedung Bertingkat. Jurnal Coding Siskom Untan Volume 03 No.3.
- [20] Hardjosentono, M., Wijato, E. Rachlan, I.W. Badra, Dan R.D. Tarmana. 2000. Mesin-Mesin Pertanian. Jakarta: PT. Bumi Aksara.
- [21] Saputra, Romi. 2019.Kran Air Otomatis Pada Tempat Berwudhu Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Arduino Uno. Universitas Riau Kepulauan Batam.
- [22] Sutono. Monitoring Distribusi Air Bersih.Jurnal Ilmiah SETRUM – Volume 5, No.1, Juni 2016 P-ISSN : 2301-4652 / E-ISSN : 2503-068X 37 .Universitas Komputer Indonesia.
- [23] Trimartanti,Dkk. 2016. Penerapan Sistem Fuzzy Untuk Diagnosis Campuran Bahan Bakar Dan Udara Pada Mobil F15 Gurt. Yogyakarta:Universitas Negeri Yogyakarta.